



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 39 424 A1 2005.03.24

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 39 424.9

(51) Int Cl. <sup>7</sup>: F16H 48/10

(22) Anmeldetag: 27.08.2003

(43) Offenlegungstag: 24.03.2005

(71) Anmelder:

DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 103 54 775 A1

EP 12 03 900 A2

JP 08-0 42 663 A

(72) Erfinder:

Zeise, Dirk, Dipl.-Ing., 34127 Kassel, DE

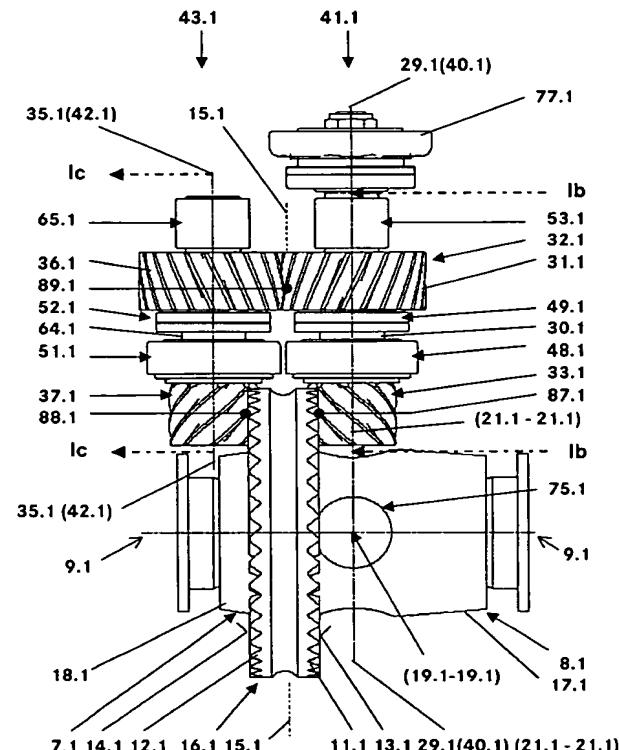
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: Achsantrieb

(57) Zusammenfassung: Bei einem Achsantrieb mit einem Ausgleichsgetriebe (8.1), dessen Getriebegehäuse (7.1) gegenüber einem nichtdrehenden Achsgehäuse (10.1) in Bezug auf die Getriebe-Zentralachse (9.1-9.1) drehbar gelagert ist und zwei spiegelbildlich und symmetrisch zu einer drehachsnormalen Symmetrieebene (15.1-15.1) ausgerichtete Tellerradverzahnungen (11.1 u. 12.1) aufweist, sind auf einer Seite der Symmetrieebene (15.1-15.1) ein erster Antriebsstrang (41.1) mit zueinander drehfesten, fluchtenden und drehmomentübertragenden Antriebsgliedern wie eine Eingangswelle (30.1), ein Eingangszahnrad (31.1) einer Verzweigungszahnradstufe (32.1) und ein mit der einen Tellerradverzahnung (11.1) kämmendes Antriebsritzel (33.1) sowie auf der anderen Seite der Symmetrieebene (15.1-15.1) ein zweiter Antriebsstrang (43.1) mit zueinander drehfesten, fluchtenden und drehmomentübertragenden Antriebsgliedern wie eine Antriebszwischenwelle (64.1), ein Ausgangszahnrad (36.1) der Verzweigungszahnradstufe (32.1) und ein mit der anderen Tellerradverzahnung (12.1) kämmendes Antriebsritzel (37.1) angeordnet. Um eine Übertragung des eingeleiteten Drehmoments zu gleichen Anteilen über die Antriebsstränge zum Getriebegehäuse (7.1) zu erreichen, sind in einem oder jeweils in beiden Antriebssträngen (41.1 bzw. 43.1) zwei signifikante Antriebsglieder baulich getrennt ausgebildet, wobei deren montageendgültige Verbindung erst dann hergestellt ist, wenn die Zahneingriffspunkte (87.1 u. 88.1) an den Tellerradverzahnungen ...



Beschreibung	[0005] Dies ist gemäß der Erfindung mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 in vorteilhafter Weise erreicht.
[0001] Die Erfindung betrifft einen Achsantrieb nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.	[0006] Bei dem Achsantrieb nach der Erfindung sind in einem oder jeweils in beiden Antriebssträngen zwei signifikante Antriebsglieder baulich getrennt ausgebildet, wobei deren montageendgültige Verbindung erst dann hergestellt wird, wenn die Zahneingriffspunkte an den Tellerradverzahnungen im Sinne einer symmetrischen, in Bezug auf die Getriebe-Zentralachse nach außen axialkraftfreien Wirkung der Zahnkräfte gegenseitig abgestimmt sind. Auf diese Weise kann das Gesamt-Verdrehspiel des weichen Antriebsstranges, das sich als Summe aus dem Verdrehflankenspiel in der Verzweigungszahnradstufe und dem Verdrehflankenspiel des Zahneingriffes zwischen Antriebsritzel und zugehöriger Kronentellerradverzahnung ergibt, gleich groß wie das Verdrehflankenspiel des harten Antriebsstranges, das sich beim Zahneingriff zwischen dem direkt angetriebenen Antriebsritzel und der zugehörigen Tellerradverzahnung einstellt, ausgelegt werden, so dass im Betrieb das eingeleitete Drehmoment in der Verzweigungszahnradstufe zu gleichen Teilen auf die beiden Antriebsstränge aufgeteilt wird.
Stand der Technik	[0007] Bei dem Achsantrieb nach der Erfindung kann die gegenseitige Abstimmung der Zahneingriffspunkte an den Tellerradverzahnungen entweder gemäß Patentanspruch 2 unter Drehbewegungen oder gemäß Patentanspruch 3 unter Axialbewegungen jeweils wenigstens eines der beiden Antriebsritzel in Bezug seine Drehachse erfolgen.
[0002] Bei einem bekannten Achsantrieb der eingangs genannten Art (EP 1 203 900 A2) sind die Tellerradverzahnungen jeweils als Kronenradverzahnung beidseitig und im Wesentlichen symmetrisch an einem einteiligen Tellerrad ausgebildet, das an dem Getriebegehäuse des Ausgleichsgetriebes drehfest fixiert ist. Das eingeleitete Drehmoment wird über zwei durch Leistungsverzweigung gebildete Antriebsstränge und die jeweils zugehörige Tellerradverzahnung auf das Ausgleichsgetriebe übertragen. Während das über die Eingangswelle direkt angetriebene Antriebsritzel dem "harten" Antriebsstrang zugeordnet ist, gehört das über eine Verzweigungszahnradstufe angetriebene Antriebsritzel dem weichen Antriebsstrang an. Der harte Antriebsstrang führt einen in der Verzweigungszahnradstufe theoretisch um 50% gegenüber dem Eingangsmoment der Eingangswelle des Achsantriebes reduzierten Momentenanteil direkt zu der einen Verzahnung des Kronentellerrades. Der weiche Antriebsstrang führt einen theoretisch gleichhohen, komplementären Momentenanteil des Eingangsmomentes über die Verzweigungszahnradstufe zu dem mit der anderen Verzahnung des Kronentellerrades im Eingriff stehenden Antriebsritzel. Eine gegenüber dem harten Antriebsstrang erhöhte Elastizität des weichen Antriebsstranges ergibt sich hauptsächlich aus dem zusätzlichen Zahneingriff der Verzweigungszahnradstufe und den zusätzlichen Lagern.	[0008] Bei einer insbesondere hinsichtlich des geringen Aufwandes vorteilhaften Ausführungsform des Achsantriebes nach der Erfindung sind gemäß Patentanspruch 4 lediglich in dem "weichen" Antriebsstrang zwei signifikante Antriebsglieder zur erfindungsgemäßen Abstimmung der Zahneingriffspunkte vorgesehen, wobei sich hierfür gemäß Patentanspruch 5 die Verwendung des Ausgangszahnrades der Verzweigungszahnradstufe und der Antriebszwischenwelle, die als Ritzelwelle mit dem zugehörigen Antriebsritzel einteilig ausgebildet sein kann, als besonders zweckmäßig ergeben hat.
[0003] Bei diesem bekannten Achsantrieb bilden die Antriebsglieder des harten Antriebsstranges, also die Eingangswelle, das Eingangszahnrad der Verzweigungszahnradstufe und das Antriebsritzel alleamt eine einteilig ausgebildete starre Triebstrangeinheit. Eine entsprechende einteilige Triebstrangeinheit ist auch für den weichen Antriebsstrang hinsichtlich seiner zugehörigen Antriebsglieder wie Antriebszwischenwelle, Ausgangszahnrad der Verzweigungszahnradstufe und Antriebsritzel verwendet.	[0009] Bei dem Achsantrieb nach der Erfindung kann, insbesondere wenn das wenigstens eine Antriebsritzel Drehbewegungen bei der Abstimmung der Zahneingriffspunkte ausführt, die montageendgültige Verbindung zwischen den beiden signifikanten Antriebsgliedern gemäß Patentanspruch 6 in vorteilhafter Weise in Form einer Welle-Naben-Verbindung ausgebildet sein, wobei der montageendgültige Zustand der Welle-Naben-Verbindung gemäß Patentanspruch 7 in vorteilhafter Weise durch eine Schweißnaht, insbesondere Laser-Schweißnaht, herstellbar ist.
Aufgabenstellung	
[0004] Mit der Erfindung wurde angestrebt, eine im Betrieb wirksame 50:50 – Aufteilung des über die Eingangswelle eingeleiteten Drehmomentes auf die Antriebsstränge zu realisieren, so dass die Zahnkräfte an beiden Tellerradverzahnungen nahezu symmetrisch wirken, d.h., dass in den Richtungen der Zentralachse des Ausgleichsgetriebes keine Zahnkraftkomponenten nach außen – also von der jeweiligen Tellerradverzahnung weg gerichtet – auftreten.	2/12

[0010] Bei dem Achsantrieb nach der Erfindung kann, wenn das wenigstens eine Antriebsritzel Axialbewegungen bei der Abstimmung der Zahneingriffspunkte ausführt, die montageendgültige Verbindung zwischen den beiden signifikanten Antriebsgliedern gemäß Patentanspruch 8 in Form von korrespondierenden axialen Mitnahmeverzahnungen an den signifikanten Antriebsgliedern unter Verwendung von axialen Anschlagmitteln und ggf. Einfügen von Distanzscheiben ausgebildet sein.

[0011] Bei dem Achsantrieb nach der Erfindung werden auftretende Fertigungstoleranzen in den Antriebssträngen durch eine schwimmende Anordnung des Tellerrades relativ zum Achsgehäuse nach einem der Patentansprüche 9 bis 11 ausgeglichen.

[0012] Bei dem Achsantrieb nach der Erfindung ist nach der Lehre von Patentanspruch 12 in vorteilhafter Weise die Abstimmung der Zahneingriffspunkte an den Tellerradverzahnungen im Sinne einer symmetrischen, nach außen axialkraftfreien Wirkung der Zahnkräfte und die montageendgültige Verbindung zwischen den beiden signifikanten Antriebsgliedern unter Verwendung eines in einen Gehäuse-Eingangsteil und einen Gehäuse-Basisteil unterteilten Achsgehäuses mit einem Lagereinsatz in einem Montagezustand ermöglicht, bei welchem der Gehäuse-Basisteil sowohl das Getriebegehäuse mit seinen Tellerradverzahnungen einschließlich der Mittel für die drehbare Lagerung aufnimmt, in den Gehäuse-Eingangsteil ein baulich gesondert ausgebildeter Lagereinsatz eingebracht ist, der gegenüber dem Gehäuse-Basisteil oder gegenüber dem Gehäuse-Eingangsteil unbeweglich festgelegt ist und beide Antriebsstränge in Bezug auf ihre jeweils zugehörige Drehachse radial und axial gegenüber dem Lagereinsatz durch jeweilige Wälzlagieranordnungen abstützbar sind.

[0013] Diese Wälzlagieranordnungen können durch Ausgestaltung als Festlager nach den Patentansprüchen 13 und 14 eine lagegenaue Fixierung der Antriebsstränge vermitteln, so dass es durch thermische Ausdehnung des Achsantriebes zu keinen Vorspannverlusten in den Lagerungen der Antriebsritzel bzw. zu keinen Tragbildverlusten in den Zahneingriffen kommen kann.

[0014] Bei dem Achsantrieb nach der Erfindung sind die durch die anteilsgenaue Leistungsverzweigung erzielten Vorteile wie axialkraftfreie Tellerradverzahnungen und vorspannungsarme Lagerung des Ausgleichsgetriebes an sich unabhängig von der Art der Tellerradverzahnung. Bei einer vorteilhaften Ausführungsform gemäß Patentanspruch 15 sind die Tellerradverzahnungen jeweils als Kronenradverzahnung insbesondere in Form eines beidseitig verzahnten einteiligen Tellerrades gemäß Patentanspruch 16 ausgebildet.

[0015] Mit der Ausrichtung der beiden Kronenradverzahnungen relativ zueinander in Umfangsrichtung der Tellerradachse (Verdrehwinkel) ist eine Steuerungsmöglichkeit der Schwingungsanregung (Schwingungskompensation) gegeben. So können Eigenfrequenzen des Achsantriebes an das Schwingungssystem Fahrzeug optimal angepasst werden.

[0016] Um die Vorteile des Achsantriebes nach der Erfindung optimal und wirtschaftlich nutzen zu können, ist der Einstellprozess der drei Zahneingriffe zueinander von wesentlicher Bedeutung. Hier hat sich die oben beschriebene Ausführungsform des erfindungsgemäßen Achsantriebes mit einem zweiteiligen Gehäusekonzept als besonders vorteilhaft erwiesen. Dieses Konzept sieht einen Gehäuse-Eingangsteil und einen Gehäuse-Basisteil jeweils aus einem Aluminium-Werkstoff vor, wobei die Getriebegehäuse-Tellerrad-Einheit des Ausgleichsgetriebes im Basisteil schwimmend gelagert ist und die beiden Antriebsstränge im Eingangsteil aufgenommen und dort gegenüber dem besonderen, aus Stahl bestehenden Lagereinsatz durch Festlager abgestützt sind.

#### Ausführungsbeispiel

[0017] Die Erfindung ist nachstehend anhand einer in der Zeichnung teilweise schematisch dargestellten Ausführungsform näher beschrieben.

[0018] In der Zeichnung bedeuten

[0019] Fig. 1 die perspektivische Ansicht der Ausführungsform eines Achsantriebes nach der Erfindung, bei welcher ein das Getriebegehäuse mit seinem beidseitig verzahnten Kronentellerrad eines Ausgleichsgetriebes lagernder Gehäuse-Basisteil und ein Gehäuse-Eingangsteil, der einen Lagereinsatz für die Abstützung der beiden mit dem Kronentellerrad kämmenden Antriebsritzel mit ihren zugehörigen Antriebssträngen aufnimmt, in einer Gehäuseebene aufgeschnitten sind, in welcher die Drehachsen der Antriebsritzel und die Getriebe-Zentralachse des Ausgleichsgetriebes liegen, wobei die kegelförmigen Getrieberäder des Ausgleichsgetriebes in Umlaufräderbauart nicht dargestellt sind,

[0020] Fig. 1a den Achsantrieb von Fig. 1 in einer um  $45^\circ + 90^\circ$  entgegen dem Urzeigersinn gedreht gezeichneten Draufsicht; wobei die Gehäuse-Teile, der Lagereinsatz und die Getrieberäder des Ausgleichsgetriebes nicht dargestellt sind,

[0021] Fig. 1b einen Teil-Längsschnitt durch den Achsantrieb von Fig. 1 nach Linie Ib-Ib von Fig. 1a um  $90^\circ$  entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht gezeichnet; wobei der Antriebsflansch der Eingangswelle und die Gehäuse-Teile nicht dargestellt sind, und

[0022] Fig. 1c einen Teil-Längsschnitt durch den Achsantrieb von Fig. 1 nach Linie Ic-Ic von Fig. 1a um 90° entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht gezeichnet; wobei die Gehäuse-Teile nicht dargestellt sind.

[0023] Ein Getriebegehäuse 7.1 eines in Kegelrad-Bauweise ausgebildeten Ausgleichsgetriebes 8.1 weist zwei Lagerhälse 17.1 und 18.1 auf, welche konzentrisch zur Getriebe-Zentralachse 9.1-9.1 des Ausgleichsgetriebes 8.1 angeordnet sind und sich beiderseits einer drehachsnormalen signifikanten Gehäuseebene 21.1-21.1 des Getriebegehäuses 7.1 erstrecken, welche die Drehachsen 19.1-19.1 der nicht dargestellten umlaufenden Kegelräder enthält. Diese umlaufenden Kegelräder werden entweder auf wenigstens einem Lagerbolzen, der mit seinen Bolzenenden im Wesentlichen bewegungsfest in radiale, zueinander fluchtende Aufnahmeöffnungen 75.1 in der Gehäusewand des Getriebegehäuses 7.1 eingesetzt ist, oder mit eigenen – ggfls. einstückig mit dem jeweiligen Kegelrad ausgebildeten – Radnabenteilen direkt in einer zugehörigen Aufnahmeöffnung 75.1 drehbar gelagert. Somit stimmen die Lagerachsen dieser Aufnahmeöffnungen 75.1 mit den bei 19.1-19.1 angedeuteten Drehachsen der umlaufenden Kegelräder überein.

[0024] Ein Tellerrad 16.1 ist bewegungsfest zum Getriebegehäuse 7.1 und dabei konzentrisch zur Getriebe-Zentralachse 9.1-9.1 angeordnet. Beide Stirnseiten 13.1 und 14.1 des Tellerrades 16.1 liegen symmetrisch zu einer drehachsnormalen Symmetrieebene 15.1-15.1 des Tellerrades 16.1, wobei diese Stirnseiten mit je einer Kronenradverzahnung 11.1 bzw. 12.1 ausgebildet sind und in Bezug auf letztere auch spiegelbildlich zur Symmetrieebene 15.1-15.1 liegen.

[0025] Der dem Kronentellerrad 16.1 benachbarte Lagerhals 18.1 des Getriebegehäuses 7.1 ist durch ein als Loslager ausgebildetes Radialnadellager 23.1 gegenüber einem nichtdrehenden Achsgehäuse 10.1 abgestützt. Der andere Lagerhals 17.1 des Getriebegehäuses 7.1 ist durch ein gleichfalls als Loslager ausgebildetes Radialnadellager 22.1 gegenüber dem Achsgehäuse 10.1 abgestützt. Der jeweilige Außenlaufring der beiden Loslager 22.1 und 23.1 ist in einen korrespondierenden zylindrischen Sitz des zugehörigen Lagerhalses 17.1 bzw. 18.1 eingepresst, während der jeweilige Innenlaufring der Loslager, gegenüber dem die Wälznadeln in den Richtungen der Getriebe-Zentralachse 9.1-9.1 begrenzt beweglich angeordnet sind, mit einer Lagerhülse 26.1 einteilig ausgebildet ist, welche – zur Getriebe-Zentralachse 9.1-9.1 konzentrisch und zum Achsgehäuse 10.1 bewegungsfest angeordnet – in einem korrespondierenden Lagerauge des letzteren gehalten ist.

[0026] Das Achsgehäuse 10.1 ist in einen die vorgenannten Lageraugen aufweisenden und somit das

Ausgleichsgetriebe 8.1 mit dem Tellerrad 16.1 in Bezug auf die Getriebe-Zentralachse 9.1-9.1 drehbar lagernden Gehäuse-Basisteil 45.1 und in einen Gehäuse-Eingangsteil 44.1 unterteilt.

[0027] Der Gehäuse-Basisteil 45.1 weist zur Abstützung von Quermomenten ggfls. über einen Querträger an einem Fahrzeug-Rahmen oder dgl. zwei mit ihm einteilig ausgebildete Traversen 46.1 und 47.1 auf.

[0028] Mit der einen Kronenradverzahnung 11.1 des Tellerrades 16.1 kämmt ein Antriebsritzel 33.1 als ein Antriebsglied eines ersten, "harten" Antriebsstranges 41.1, zu dem eine über ihren Antriebsflansch 77.1 von einem Antriebsaggregat her antreibbare Eingangswelle 30.1 und das Eingangszahnrad 31.1 einer Verzweigungszahnradstufe 32.1 als zwei weitere Antriebsglieder gehören, wobei alle drei Antriebsglieder zueinander fluchtend und drehfest angeordnet sind und somit eine gemeinsame Drehachse 29.1-29.1 aufweisen, die ebenfalls in der signifikanten Gehäuseebene 21.1-21.1 des Getriebegehäuses 7.1 liegt. Infolgedessen ist der Abstand (pinion offset) der Drehachse 29.1-29.1 des Antriebsritzels 33.1 gegenüber der signifikanten Gehäuseebene 21.1-21.1 gleich Null. Die Eingangswelle 30.1 ist bei dieser Ausführungsform mit dem Antriebsritzel 33.1 einteilig ausgebildet und daher oftmals als Ritzelwelle bezeichnet.

[0029] Mit der anderen Kronenradverzahnung 12.1 des Tellerrades 16.1 kämmt ein Antriebsritzel 37.1 als ein Antriebsglied eines zweiten, "weichen" Antriebsstranges 43.1, zu dem noch eine Antriebszwischenwelle 64.1 und das Ausgangszahnrad 36.1 der Verzweigungszahnradstufe 32.1 als zwei weitere Antriebsglieder gehören, wobei alle drei Antriebsglieder zueinander fluchtend und drehfest angeordnet sind und somit eine gemeinsame Drehachse 35.1-35.1 aufweisen, die in Bezug auf die Symmetrieebene 15.1-15.1 der Kronenradverzahnungen 11.1 und 12.1 symmetrisch zu der Drehachse 29.1-29.1 des "harten" Antriebsstranges 41.1 liegt.

[0030] Der wie der Gehäuse-Basisteil 45.1 aus einer Werkstofflegierung mit hohem Aluminium-Anteil bestehende Gehäuse-Eingangsteil 44.1 nimmt die beiden Antriebsstränge 41.1 und 43.1 sowie einen letztere drehbar abstützenden Lagereinsatz 50.1 aus Stahl oder Gusseisen auf.

[0031] Der Lagereinsatz 50.1 ist zur Ausrichtung der Drehachsen 29.1-29.1 und 35.1-35.1 der beiden Antriebsstränge 41.1 und 43.1 auf die Tellerradverzahnungen 11.1 und 12.1 bzw. die Getriebe-Zentralachsen 9.1-9.1 des Ausgleichsgetriebes 8.1 durch korrespondierende, achsparallel zu den Drehachsen der Antriebsanordnungen ausgerichtete Justierbolzen 78.1 und 79.1 sowohl gegenüber dem Gehäuse-Ein-

gangsteil 44.1 als auch gegenüber dem Gehäuse-Basisteil 45.1 positionsgenau fixiert. Dadurch liegen die Lagerachsen der Lageraugen 55.1 und 82.1, welche in Einbaulage mit der Drehachse 29.1-29.1 des ersten, "harten" Antriebsstranges 41.1 zusammenfallen, in einer zur Symmetrieebene 15.1-15.1 des Tellerrades 16.1 parallelen ersten Gehäuseebene 40.1-40.1 des Achsgehäuses 10.1 und die Lagerachsen der Lageraugen 67.1 und 84.1, welche in Einbaulage mit der Drehachse 35.1-35.1 des zweiten, "weichen" Antriebsstranges 43.1 zusammenfallen, in einer zur ersten Gehäuseebene 40.1-40.1 symmetrischen zweiten Gehäuseebene 42.1-42.1 des Achsgehäuses 10.1.

[0032] Der Lagereinsatz 50.1 ist durch achsparallel zu den Justierbolzen 78.1 und 79.1 ausgerichtete Ankerschrauben 80.1 an dem Gehäuse-Basisteil 45.1 in Bezug auf die genannten Drehachsen der Antriebsanordnungen axial und radial bewegungsfest verankert.

[0033] Gehäuse-Eingangsteil 44.1 und Gehäuse-Basisteil 45.1, deren Innenräume offen ineinander übergehen, können durch gesonderte Schraubbefestigungen oder unmittelbar durch ein Reibrührschweißverfahren miteinander bewegungsfest, insbesondere auch flüssigkeitsdicht, verbunden sein.

[0034] Der Lagereinsatz 50.1 weist ein von der Eingangswelle 30.1 des "harten" Antriebsstranges 41.1 durchsetztes Lagerauge 55.1 sowohl zur radialen Abstützung dieses Antriebsstranges 41.1 durch eine Wälzlagieranordnung 48.1 als auch zur axialen Abstützung dieses Antriebsstranges 41.1 durch eine Wälzlagieranordnung 49.1 auf.

[0035] Für die Wälzlagieranordnung 48.1 ist ein zwischen Antriebsritzel 33.1 und Lagerauge 55.1 angeordnetes Kegelrollenlager 54.1 verwendet, bei welchem die Mittenachsen 56.1 der Kegelrollen 57.1 mit der Drehachse = Lagerachse 29.1-29.1 einen sich in Richtung Antriebsritzel 33.1 öffnenden spitzen Einbauwinkel 58.1 einschliessen, der Innenlauftring 59.1 sich in der vom Lagerauge 55.1 auf das Antriebsritzel 33.1 weisenden Richtung der Lagerachse 29.1-29.1 über das Antriebsritzel 33.1 an der Eingangswelle 30.1 und der Außenlaufring 60.1 sich in der entgegengesetzten Richtung am Lagerauge 55.1 jeweils starr abstützen.

[0036] Für die Wälzlagieranordnung 49.1 ist ein zwischen dem Lagerauge 55.1 und dem Eingangszahnrad 31.1 angeordnetes Axialnadellager 62.1 verwendet, dessen Wälznadeln 63.1 sich in der auf das Antriebsritzel 33.1 weisenden Richtung der Lagerachse 29.1-29.1 über einen Laufring am Lagerauge 55.1 und in der entgegengesetzten Richtung an der Eingangswelle 30.1 über das mit letzterer durch eine Welle-Naben-Verbindung 90.1 unter Vermittlung ei-

ner Laserschweißnaht 81.1 bewegungsfest verbundene Eingangszahnrad 31.1 jeweils starr abstützen.

[0037] Aufgrund dieser Lagergestaltung bilden Kegelrollenlager 54.1 und Axialnadellager 62.1 insgesamt ein Festlager, weil die Eingangswelle 30.1 in der vom Antriebsritzel 33.1 auf das Eingangszahnrad 31.1 weisenden Richtung der Lagerachse 29.1-29.1 über das Antriebsritzel 33.1 und den Außenlaufring 59.1 – dagegen in der entgegengesetzten Richtung über das Eingangszahnrad 31.1 und das Axialnadellager 62.1 – jeweils gegenüber dem Lagerauge 55.1 bewegungsfest abgestützt ist.

[0038] Der Gehäuse-Eingangsteil 44.1 weist an seinem dem Antriebsflansch 77.1 der Eingangswelle 30.1 benachbarten Bereich ein zur Drehachse 29.1-29.1 konzentrisches Lagerauge 82.1 auf, welches zur radialen Abstützung der Eingangswelle 30.1 durch ein als Loslager ausgebildetes Radialnadellager 53.1 verwendet ist.

[0039] Der Lagereinsatz 50.1 weist ein von der Antriebszwischenwelle 64.1 des "weichen" Antriebsstranges 43.1 durchsetztes Lagerauge 67.1 sowohl zur radialen Abstützung durch eine Wälzlagieranordnung 51.1 als auch zur axialen Abstützung dieses Antriebsstranges 43.1 durch eine Wälzlagieranordnung 52.1 auf. Für die Wälzlagieranordnung 51.1 ist ein zwischen Antriebsritzel 37.1 und Lagerauge 67.1 angeordnetes Kegelrollenlager 66.1 verwendet, bei welchem die Mittenachsen 68.1 der Kegelrollen 69.1 mit der Drehachse = Lagerachse 35.1-35.1 einen sich in Richtung Antriebsritzel 37.1 öffnenden spitzen Einbauwinkel 70.1 einschliessen, der Innenlaufring 71.1 sich in der vom Lagerauge 67.1 auf das Antriebsritzel 37.1 weisenden Richtung der Lagerachse 35.1-35.1 über das Antriebsritzel 37.1 an der Antriebszwischenwelle 64.1 und der Außenlauf ring 72.1 sich in der entgegengesetzten Richtung am Lagerauge 67.1 jeweils starr abstützen.

[0040] Für die Wälzlagieranordnung 52.1 ist ein zwischen dem Lagerauge 67.1 und dem Ausgangszahnrad 36.1 der Verzweigungszahnradstufe 32.1 angeordnetes Axialnadellager 73.1 verwendet, dessen Wälznadeln 74.1 sich in der auf das Antriebsritzel 37.1 weisenden Richtung der Lagerachse 35.1-35.1 über einen Laufring am Lagerauge 67.1 und in der entgegengesetzten Richtung an der Antriebszwischenwelle 64.1 über das mit letzterer durch eine Welle-Naben-Verbindung 91.1 unter Vermittlung einer Laserschweißnaht 83.1 bewegungsfest verbundene Ausgangszahnrad 36.1 jeweils starr abstützen.

[0041] Aufgrund dieser Lagergestaltung bilden Kegelrollenlager 66.1 und Axialnadellager 73.1 insgesamt ein Festlager, weil die Antriebszwischenwelle 64.1 in der vom Antriebsritzel 37.1 auf das Ausgangszahnrad 36.1 weisenden Richtung der Lagerachse

**35.1-35.1** über das Antriebsritzel 37.1 und den Außenlaufring 72.1 – dagegen in der entgegengesetzten Richtung über das Ausgangszahnrad 36.1 und das Axialnadel Lager 73.1 – jeweils gegenüber dem Lagerauge 67.1 bewegungsfest abgestützt ist.

**[0042]** Der Gehäuse-Eingangsteil 44.1 weist an seinem zum Antriebsritzel 37.1 entgegengesetzt liegenden Gehäusebereich ein zur Drehachse 35.1-35.1 konzentrisches Lagerauge 84.1 auf, welches zur radialen Abstützung der Antriebszwischenwelle 64.1 durch ein als Loslager ausgebildetes Radialnadel Lager 65.1 verwendet ist.

**[0043]** Zur gegenseitigen Abstimmung des Zahneingriffspunktes 87.1 des Antriebsritzels 33.1 des "harten" Antriebsstranges 41.1 an der Tellerradverzahnung 11.1 und des Zahneingriffspunktes 88.1 des Antriebsritzels 37.1 des "weichen" Antriebsstranges 43.1 an der Tellerradverzahnung 12.1 dahingehend, dass aus den Zahnkräften keine äußeren, d.h., in Bezug auf die Richtungen der Getriebe-Zentralachse 9.1-9.1 vom Tellerrad 16.1 weg gerichtete Axialkomponenten resultieren, kann so vorgegangen werden, dass im "weichen" Antriebsstrang 43.1 das Ausgangszahnrad 36.1 und die Antriebszwischenwelle 64.1 als signifikante Antriebsglieder ausgewählt werden, deren Welle-Naben-Verbindung 91.1 zunächst im gelösten Zustand gehalten wird, d.h., die Schweißnaht ist noch nicht gelegt. In diesem Zustand können die Zahneingriffspunkte 87.1 und 88.1 im o.a. Sinne symmetrischer Zahnkräfte in Bezug auf die Symmetrieebene 15.1-15.1 der Tellerradverzahnungen 11.1 und 12.1 durch Drehen der Antriebsritzel 33.1 und 37.1 um ihre jeweilige Drehachse 29.1-29.1 bzw. 35.1-35.1 einjustiert werden. In einem dritten Justiervorgang kann anschließend der Zahneingriffspunkt 89.1 der Verzweigungszahnradstufe 32.1 durch Drehen des Ausgangszahnrades 36.1 um seine Drehachse 35.1-35.1 eingestellt werden, wonach die Welle-Naben-Verbindung 91.1 in ihren geschlossenen Zustand durch Anlegen der Schweißnaht 83.1 gebracht werden kann.

**[0044]** Wenn Tellerrad 16.1 und Antriebsritzel 33.1 und 37.1 – wie üblich – mit Schrägverzahnung ausgeführt sind, könnte die vorstehend beschriebene Einstellung der Zahneingriffspunkte 87.1 und 88.1 auch durch eine axiale Verlagerung der Ritzelverzahnungen in Richtung der zugehörigen Drehachse 29.1-29.1 bzw. 35.1-35.1 erfolgen, wobei sich eine Welle-Naben-Verbindung der signifikanten Antriebsglieder in Form korrespondierender axialer Mitnahmeverzahnungen anbietet, zu deren Fixierung bspw. übliche Sicherungsringe unter Verwendung von Distanz- bzw. Ausgleichsscheiben vorgesehen sein können.

## Patentansprüche

1. Achsantrieb mit einem Ausgleichsgetriebe (8.1), dessen Getriebegehäuse (7.1) gegenüber einem nichtdrehenden Achsgehäuse (10.1) in Bezug auf die Getriebe-Zentralachse (9.1-9.1) drehbar gelagert ist und zwei spiegelbildlich und symmetrisch zu einer drehachsnormalen Symmetrieebene (15.1-15.1) ausgerichtete Tellerradverzahnungen (11.1 und 12.1) aufweist, und bei dem auf einer Seite der Symmetrieebene (15.1-15.1) ein erster Antriebsstrang (41.1) mit zueinander drehfesten, fluchtenden und drehmomentübertragenden Antriebsgliedern wie eine Eingangswelle (30.1), ein Eingangszahnrad (31.1) einer Verzweigungszahnradstufe (32.1) und ein mit der zugekehrten einen Tellerradverzahnung (11.1) kämmendes Antriebsritzel (33.1) sowie auf der anderen Seite der Symmetrieebene (15.1-15.1) ein zweiter Antriebsstrang (43.1) mit zueinander drehfesten, fluchtenden und drehmomentübertragenden Antriebsgliedern wie eine Antriebszwischenwelle (64.1), ein Ausgangszahnrad (36.1) der Verzweigungszahnradstufe (32.1) und ein mit der anderen Tellerradverzahnung (12.1) kämmendes Antriebsritzel (37.1) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass in einem oder jeweils in beiden Antriebssträngen (41.1 bzw. 43.1) zwei signifikante Antriebsglieder baulich getrennt ausgebildet sind und deren montageendgültige Verbindung erst dann hergestellt ist, wenn die Zahneingriffspunkte (87.1 u. 88.1) an den Tellerradverzahnungen (11.1 u. 12.1) im Sinne einer symmetrischen, in Bezug auf die Getriebe-Zentralachse (9.1-9.1) nach außen axialkraftfreien Wirkung der Zahnkräfte gegenseitig abgestimmt sind.

2. Achsantrieb nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die gegenseitige Abstimmung der Zahneingriffspunkte (87.1 u. 88.1) an den Tellerradverzahnungen (11.1 u. 12.1) im Sinne einer symmetrischen, in Bezug auf die Getriebe-Zentralachse (9.1-9.1) nach außen axialkraftfreien Wirkung der Zahnkräfte unter Drehbewegungen wenigstens eines der beiden Antriebsritzel (33.1 bzw. 37.1) um seine Drehachse (29.1-29.1 bzw. 35.1-35.1) erfolgt.

3. Achsantrieb nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die gegenseitige Abstimmung der Zahneingriffspunkte (87.1 u. 88.1) an den Tellerradverzahnungen (11.1 u. 12.1) im Sinne einer symmetrischen, in Bezug auf die Getriebe-Zentralachse (9.1-9.1) nach außen axialkraftfreien Wirkung der Zahnkräfte unter Axialbewegungen wenigstens eines der beiden Antriebsritzel (33.1 bzw. 37.1) in den Richtungen seiner Drehachse (29.1-29.1 bzw. 35.1-35.1) erfolgt.

4. Achsantrieb nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass lediglich in demjenigen Antriebsstrang (43.1), welcher in Bezug auf die Eingangswelle (30.1) auf der anderen Seite

der Symmetrieebene (15.1-15.1) angeordnet ist, zwei signifikante Antriebsglieder (Ausgangszahnrad 36.1 und Antriebszwischenwelle 64.1 oder Antriebszwischenwelle 64.1 und Antriebsritzel 37.1 oder Ausgangszahnrad 36.1 und Antriebsritzel 37.1) für die gegenseitige Abstimmung der Zahneingriffspunkte (87.1 u. 88.1) an den Tellerradverzahnungen (11.1 u. 12.1) vorgesehen sind.

5. Achsantrieb nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in demjenigen Antriebsstrang (43.1), welcher in Bezug auf die Eingangswelle (30.1) auf der anderen Seite der Symmetrieebene (15.1-15.1) angeordnet ist, das Ausgangszahnrad (36.1) und die Antriebszwischenwelle (64.1) als zwei signifikante Antriebsglieder für die gegenseitige Abstimmung der Zahneingriffspunkte (87.1 u. 88.1) an den Tellerradverzahnungen (11.1 u. 12.1) vorgesehen sind.

6. Achsantrieb nach den Patentansprüchen 2 und 4 oder 2 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass die montageendgültige Verbindung zwischen den beiden signifikanten Antriebsgliedern (Ausgangszahnrad 36.1 und Antriebszwischenwelle 64.1 oder Antriebszwischenwelle 64.1 und Antriebsritzel 37.1 oder Ausgangszahnrad 36.1 und Antriebsritzel 37.1) für die gegenseitige Abstimmung der Zahneingriffspunkte (87.1 u. 88.1) an den Tellerradverzahnungen (11.1 u. 12.1) in Form einer Welle-Naben-Verbindung (91.1) ausgebildet ist.

7. Achsantrieb nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der montageendgültige Zustand der Welle-Naben-Verbindung (91.1) durch eine Schweißnaht, insbesondere Laser-Schweißnaht (83.1), hergestellt ist.

8. Achsantrieb nach den Patentansprüchen 3 und 4 oder 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass die montageendgültige Verbindung zwischen den beiden signifikanten Antriebsgliedern (Ausgangszahnrad 36.1 und Antriebszwischenwelle 64.1 oder Antriebszwischenwelle 64.1 und Antriebsritzel 37.1 oder Ausgangszahnrad 36.1 und Antriebsritzel 37.1) für die gegenseitige Abstimmung der Zahneingriffspunkte (87.1 u. 88.1) an den Tellerradverzahnungen (11.1 u. 12.1) in Form von korrespondierenden axialen Mitnahmeverzahnungen an den signifikanten Antriebsgliedern unter Verwendung von axialen Anschlagmitteln und ggfls. eingefügten Distanzscheiben ausgebildet ist.

9. Achsantrieb nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Tellerradverzahnungen (11.1 und 12.1) in Bezug auf die mit der Getriebe-Zentralachse (9.9) zusammenfallende Drehachse des Getriebegehäuses (7.1) relativ zu dem Getriebegehäuse (7.1) drehfest und relativ zu dem Achsgehäuse (10.1) in Bezug auf die Getriebe-Zentralachse (9.1-9.1) axialbeweglich angeordnet sind.

10. Achsantrieb nach Patentanspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebegehäuse (7.1) relativ zu den Tellerradverzahnungen (11.1 und 12.1) bewegungsfest und relativ zu dem Achsgehäuse (10.1) in Bezug auf die Getriebe-Zentralachse (9.1-9.1) axialbeweglich angeordnet ist.

11. Achsantrieb nach einem der Patentansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebegehäuse (7.1) zwei beiderseits einer signifikanten, die Drehachsen (19.1-19.1) der umlaufenden Getrieberäder enthaltenden Gehäuseebene (21.1-21.1) liegende Lagerhälse (17.1 und 18.1) aufweist, die sowohl konzentrisch zur Getriebe-Zentralachse (9.1-9.1) ausgerichtet als auch durch je eine in Bezug auf die Richtungen der Getriebe-Zentralachse (9.1-9.1) als Loslager ausgebildete Lageranordnung (22.1 bzw. 23.1) gegenüber dem Achsgehäuse (10.1) radial abgestützt sind.

12. Achsantrieb nach einem der Patentansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstimmung der Zahneingriffspunkte (87.1 u. 88.1) an den Tellerradverzahnungen (11.1 u. 12.1) im Sinne einer symmetrischen, nach außen axialkraftfreien Wirkung der Zahnkräfte und die montageendgültige Verbindung zwischen den beiden signifikanten Antriebsgliedern unter Verwendung eines in einen Gehäuse-Eingangsteil (44.1) und einen Gehäuse-Basissteil (45.1) unterteilten Achsgehäuses (10.1) mit einem Lagereinsatz (50.1) in einem Montagezustand hergestellt wird, bei welchem der Gehäuse-Basissteil (45.1) sowohl das Getriebegehäuse (7.1) mit seinen Tellerradverzahnungen (11.1 und 12.1) einschließlich der Mittel (Lagerhälse 17.1 und 18.1 sowie Lageranordnungen 22.1 und 23.1) für die drehbare Lagerung aufnimmt, in den Gehäuse-Eingangsteil (44.1) ein baulich gesondert ausgebildeter Lagereinsatz (50.1) eingebracht ist, der gegenüber dem Gehäuse-Basissteil (45.1) oder gegenüber dem Gehäuse-Eingangsteil (44.1) unbeweglich festgelegt ist und beide Antriebsstränge (41.1 und 43.1) in Bezug auf ihre jeweils zugehörige Drehachse (29.1-29.1 bzw. 35.1-35.1) radial und axial gegenüber dem Lagereinsatz (50.1) durch jeweilige Wälzlagernordnungen (48.1 und 49.1 bzw. 51.1 und 52.1) abstützbar sind.

13. Achsantrieb nach Patentanspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder beide Wälzlagernordnungen (48.1 und 49.1), welche denjenigen Antriebsstrang (41.1) gegenüber dem Lagereinsatz (50.1) abstützen, der die Eingangswelle (30.1) als eines seiner Antriebsglieder aufweist, insgesamt zu einem Festlager komplettierbar ist oder sind.

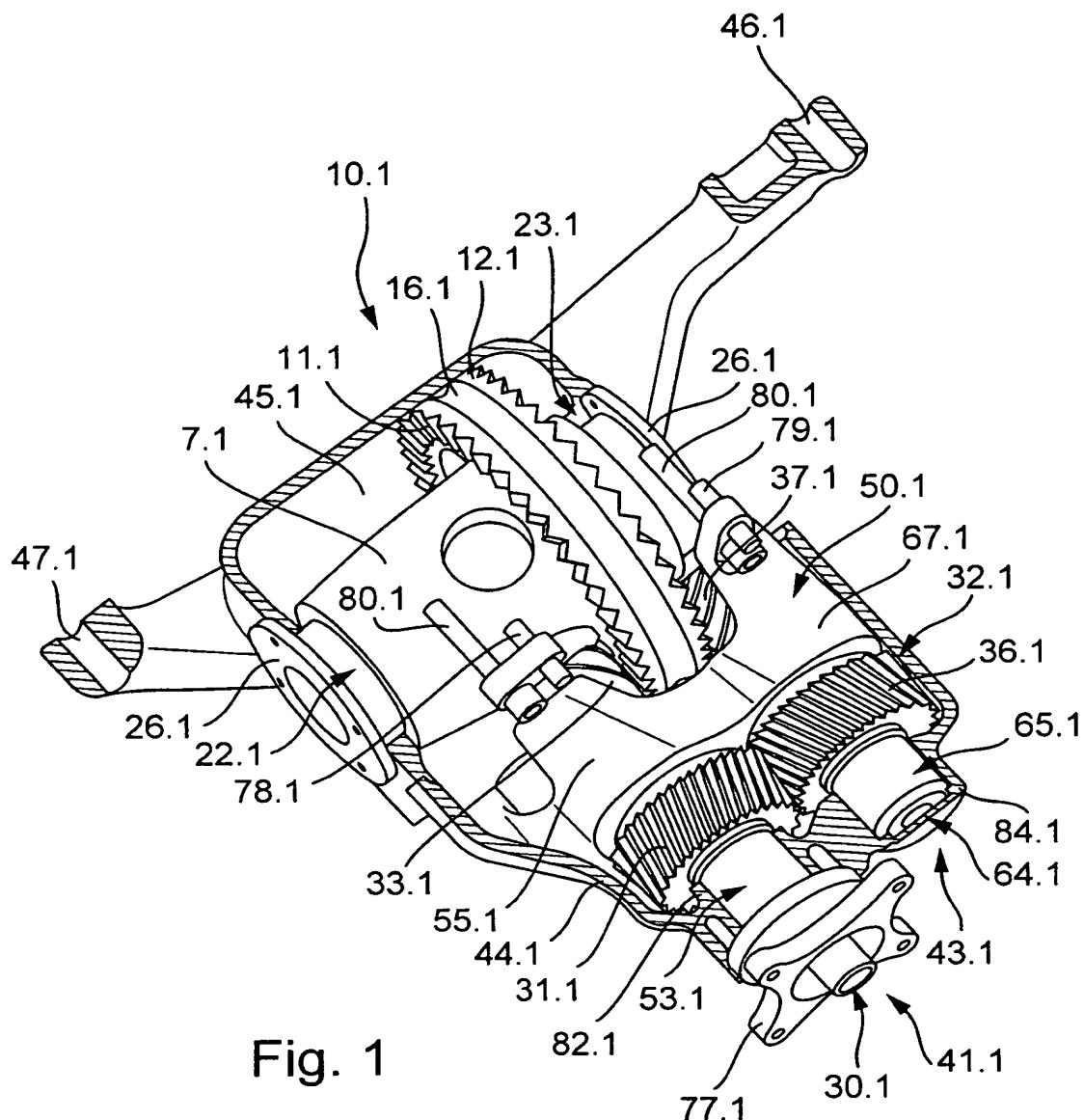
14. Achsantrieb nach Patentanspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder beide Wälzla-

geranordnungen (51.1 und 52.1), welche denjenigen Antriebsstrang (43.1) gegenüber dem Lagereinsatz (50.1) abstützen, der das Ausgangszahnrad (36.1) der Verzweigungszahnradstufe (32.1) als eines seiner Antriebsglieder aufweist, insgesamt zu einem Festlager komplettierbar sind.

15. Achsantrieb nach einem der Patentansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Tellerradverzahnungen (11.1 und 12.1) jeweils als Kronenradverzahnung ausgebildet sind.

16. Achsantrieb nach einem der Patentansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Tellerradverzahnungen (11.1 und 12.1) in Form eines beidseitig verzahnten einteiligen Tellerrades (16.1) ausgebildet sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



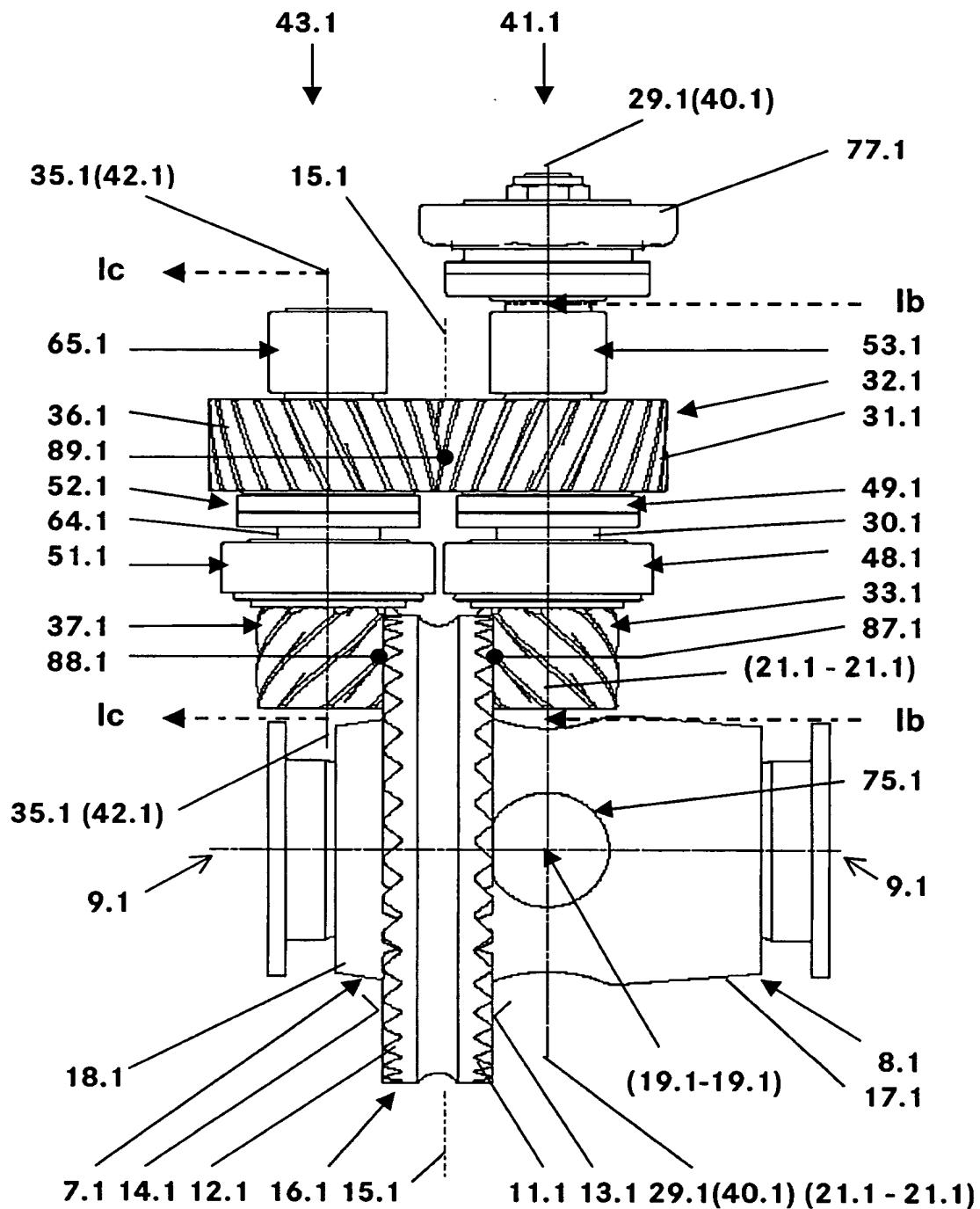


Fig. 1a

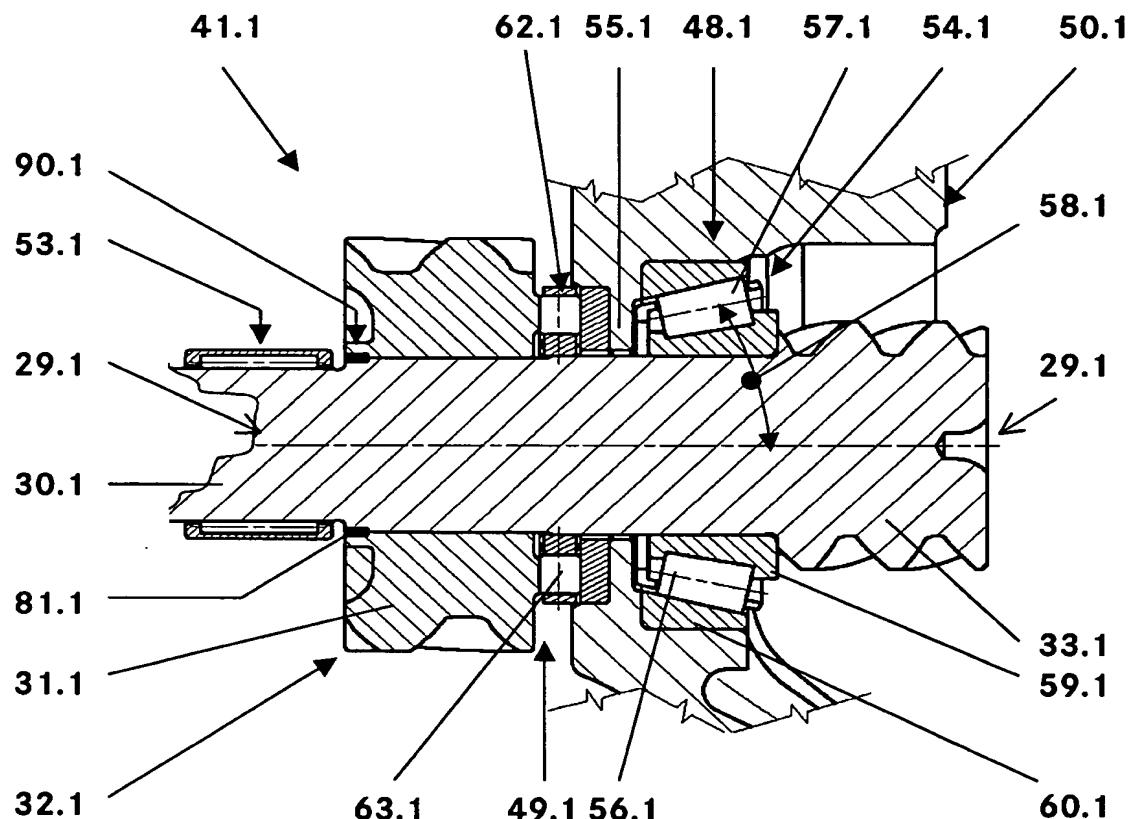


Fig. 1b

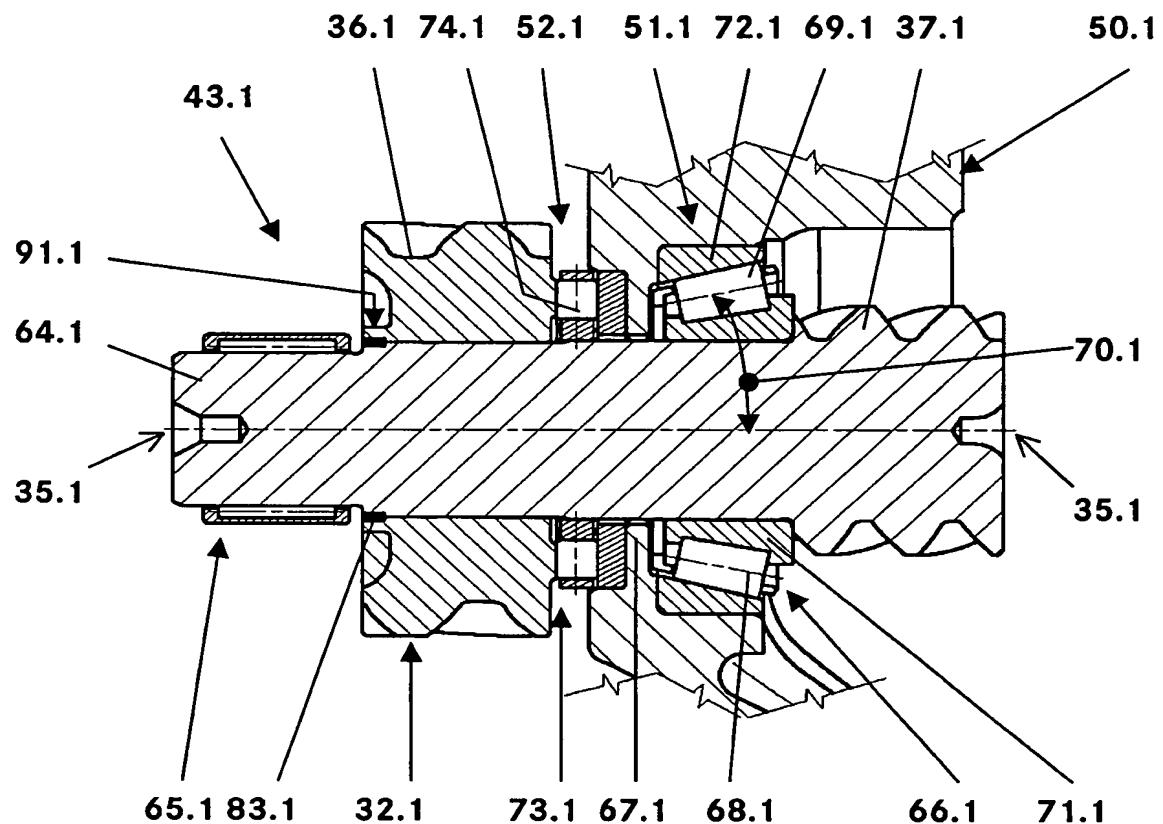


Fig.1c